

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-094084

(43)Date of publication of application : 07.04.1995 (Apr. 7, 1995)

(51)Int.Cl.

H01J 9/02  
// H01L 21/3065

(21)Application number : 05-259045

(71)Applicant : DAINIPPON PRINTING CO LTD

(22)Date of filing : 22.09.1993

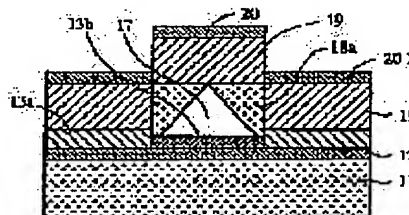
(72)Inventor : TANTANI YASUSHI  
OTA NORIO

## (54) MANUFACTURE OF ELECTRON EMITTING ELEMENT

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a method in which mask aligning process is omitted as much as possible so that an electron emitting element can be easily manufactured.

**CONSTITUTION:** An ITO layer 12, a tantalum layer 13b, a tantalum oxide layer 13a, and an aluminium cold cathode 17 are formed on a glass base 11, and a resist is applied to the whole base surface. When back exposure is conducted from the base reverse side followed by development, only a resist layer 18a near the opaque cold cathode 17 is left. After an insulating layer 19 and a gate electrode layer 20 are formed on the whole base surface, the resist layer 18a is lifted off, and the insulating layer 19 and the gate electrode layer 20 put thereon are removed together, whereby an electron emitting element in which the gate electrode layer 20 is arranged to surround the cold cathode in the center can be provided.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.07.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 02.12.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-94084

(43) 公開日 平成7年(1995)4月7日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 J 9/02

C 7354-5E

// H 0 1 L 21/3065

H 0 1 L 21/ 302

J

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平5-259045

(22) 出願日 平成5年(1993)9月22日

(71) 出願人 000002897

大日本印刷株式会社

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

(72) 発明者 段谷 恭史

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

大日本印刷株式会社内

(72) 発明者 太田 範雄

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

大日本印刷株式会社内

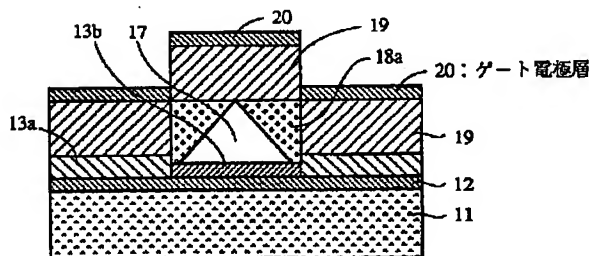
(74) 代理人 弁理士 志村 浩

(54) 【発明の名称】 電子放出素子の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 できるだけマスク合わせの工程を省き、電子放出素子を容易に製造することができる方法を提供する。

【構成】 ガラス基板11上にITO層12、タンタル層13b、酸化タンタル層13a、アルミニウム冷陰極17を形成し、基板全面にレジストを塗布する。基板裏面側からの背面露光を行い現像すると、不透明な冷陰極17近傍のレジスト層18aだけが残る。基板全面に絶縁層19およびゲート電極層20を形成した後、レジスト層18aをリフトオフし、その上につけている絶縁層19およびゲート電極層20を一緒に除去すれば、中央の冷陰極17を取り囲むようにゲート電極層20が配された電子放出素子が得られる。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 冷陰極と引出電極とを備え、引出電極によって冷陰極から電子を引き出してこれを放出させる電子放出素子の製造方法において、

透明な絶縁性基板上に透明な導電膜を形成し、前記導電膜上に不透明な導電性の冷陰極を形成し、基板全面にレジスト層を形成し、前記絶縁性基板の下面側から光を照射する背面露光を行い、前記レジスト層のうちの露光部を除去して非露光部を残し、基板全面に絶縁層を形成し、この絶縁層上に導電層を形成し、前記レジスト層の非露光部を、その上方に形成された各層とともに除去し、残った導電層を引出電極とすることを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項2】 冷陰極と引出電極とを備え、引出電極によって冷陰極から電子を引き出してこれを放出させる電子放出素子の製造方法において、

互いに異なるエッチング特性を有し、かつ、それぞれの酸化物同士も互いに異なるエッチング特性を有するような第1の金属材料と第2の金属材料とであって、しかも、少なくとも第2の金属材料自身は不透明であり、第1の金属材料の酸化物は透明であるような2つの金属材料を用意し、透明な絶縁性基板上に透明な導電膜を形成し、この導電膜上に第1の金属材料層を形成し、この第1の金属材料層上に第2の金属材料層を形成し、前記第2の金属材料層に対してエッチングを施して第2の金属材料からなる錐状電極を形成し、前記第1の金属材料層の露出領域のすべての厚み部分および前記錐状電極の表面部分を酸化することにより、第1の金属材料酸化膜および第2の金属材料酸化膜を形成し、前記第2の金属材料酸化膜をエッチング除去することにより第2の金属材料からなる冷陰極を形成し、基板全面にレジスト層を形成し、前記絶縁性基板の下面側から光を照射する背面露光を行い、前記レジスト層のうちの露光部を除去して非露光部を残し、基板全面に絶縁層を形成し、この絶縁層上に導電層を形成し、前記レジスト層の非露光部を、その上方に形成された各層とともに除去し、前記導電層を引出電極とすることを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項3】 冷陰極と引出電極とを備え、引出電極によって冷陰極から電子を引き出してこれを放出させる電子放出素子の製造方法において、透明な絶縁性基板上に、不透明な導電性の冷陰極と、少なくとも背面露光に必要な透光性を有する導電膜とを形成し、基板全面にレジスト層を形成し、前記絶縁性基板の下面側から光を照射する背面露光を行い、前記レジスト層のうちの露光部を除去して非露光部を残し、基板全面に絶縁層を形成し、この絶縁層上に導電層を形成し、前記レジスト層の非露光部を、その上方に形成された各層とともに除去し、残った導電層を引出電極とすることを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項4】 冷陰極と引出電極とを備え、引出電極によって冷陰極から電子を引き出してこれを放出させる電子放出素子の製造方法において、

互いに異なるエッチング特性を有し、かつ、それぞれの酸化物同士も互いに異なるエッチング特性を有するような第1の金属材料と第2の金属材料とであって、しかも、少なくとも第2の金属材料自身は不透明であり、第1の金属材料の酸化物は透明であるような2つの金属材料を用意し、透明な絶縁性基板上に第1の金属材料層を形成し、この第1の金属材料層上に第2の金属材料層を形成し、前記第2の金属材料層に対してエッチングを施して第2の金属材料からなる錐状電極を形成し、前記第1の金属材料層の露出領域の表面部分および前記錐状電極の表面部分を酸化することにより、第1の金属材料酸化膜および第2の金属材料酸化膜を形成し、前記第2の金属材料酸化膜をエッチング除去することにより第2の金属材料からなる冷陰極を形成し、基板全面にレジスト層を形成し、前記絶縁性基板の下面側から光を照射する背面露光を行い、前記レジスト層のうちの露光部を除去して非露光部を残し、基板全面に絶縁層を形成し、この絶縁層上に導電層を形成し、前記レジスト層の非露光部を、その上方に形成された各層とともに除去し、前記導電層を引出電極とすることを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項5】 請求項1～4のいずれかに記載の方法において、更に、冷陰極の表面に異なる材料からなる膜を形成する工程を付加したことを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項6】 請求項1～4のいずれかに記載の方法において、更に、絶縁層に対するエッチング工程を付加し、絶縁層の冷陰極対向面に空洞部を形成するようにしたことを特徴とする電子放出素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は電子放出素子の製造方法、特に、真空マイクロ素子などに用いる電子放出素子を製造する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体素子の普及に伴い、真空管の技術は忘れ去られた存在となっていたが、ここ数年になってこの真空管の技術が再び注目を集めている。いわゆる真空マイクロ素子の開発である。この真空マイクロ素子は、長年にわたる半導体素子の研究で培われた半導体の微細加工技術を利用して、同一基板上に微細な真空管を集積したものである。すなわち、この素子は、冷陰極と引出電極と陽極とを備え、引出電極によって冷陰極から電子を引き出してこれを陽極へと放出させるものである。引出電極に印加する電圧を制御することにより、冷陰極から放出される電子の量を制御することができる。

【0003】 半導体素子では、固体中を電子が移動する

ため、動作速度はその固体中の電子の移動度によって支配される。これに対し、真空マイクロ素子では、真空中を電子が移動するため、半導体素子に比べて非常に高速な動作が可能であり、真空の利点を生かした電荷輸送媒体として注目を集めている。また、この真空マイクロ素子の研究にともなって冷陰極の開発が行われており、平面ディスプレイ等への応用が期待されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】一般的な電子デバイスは、多数のマスクを用いたフォトリソグラフィ工程によって製造される。したがって、上述したような真空マイクロ素子に用いられる電子放出素子も、フォトリソグラフィ工程を経て製造されるのが一般的である。しかしながら、真空マイクロ素子は、原理的には真空管と同じではあるが、その大きさは真空管とは比べ物にならないくらい微細なものである。したがって、フォトリソグラフィ工程を行う場合のマスク合わせを高精度で行う必要があり、その製造には高度な技術が必要になり、コストが高くなるという問題がある。

【0005】そこで本発明は、できるだけマスク合わせの工程を省き、電子放出素子を容易に製造することができする方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

(1) 本願第1の発明は、冷陰極と引出電極とを備え、引出電極によって冷陰極から電子を引き出してこれを放出させる電子放出素子の製造方法において、透明な絶縁性基板上に透明な導電膜を形成し、この導電膜上に不透明な導電性の冷陰極を形成し、基板全面にレジスト層を形成し、絶縁性基板の下面側から光を照射する背面露光を行い、レジスト層のうちの露光部を除去して非露光部を残し、基板全面に絶縁層を形成し、この絶縁層上に導電層を形成し、レジスト層の非露光部を、その上方に形成された各層とともに除去し、残った導電層を引出電極とするようにしたものである。

【0007】(2) 本願第2の発明は、冷陰極と引出電極とを備え、引出電極によって冷陰極から電子を引き出してこれを放出させる電子放出素子の製造方法において、互いに異なるエッチング特性を有し、かつ、それぞれの酸化物同士も互いに異なるエッチング特性を有するような第1の金属材料と第2の金属材料とであって、しかも、少なくとも第2の金属材料自身は不透明であり、第1の金属材料の酸化物は透明であるような2つの金属材料を用意し、透明な絶縁性基板上に透明な導電膜を形成し、この導電膜上に第1の金属材料層を形成し、この第1の金属材料層上に第2の金属材料層を形成し、第2の金属材料層に対してエッチングを施して第2の金属材料からなる錐状電極を形成し、第1の金属材料層の露出領域のすべての厚み部分および錐状電極の表面部分を酸化することにより、第1の金属材料酸化膜および第2の

金属材料酸化膜を形成し、第2の金属材料酸化膜をエッチング除去することにより第2の金属材料からなる冷陰極を形成し、基板全面にレジスト層を形成し、絶縁性基板の下面側から光を照射する背面露光を行い、レジスト層のうちの露光部を除去して非露光部を残し、基板全面に絶縁層を形成し、この絶縁層上に導電層を形成し、レジスト層の非露光部を、その上方に形成された各層とともに除去し、導電層を引出電極とするようにしたものである。

【0008】(3) 本願第3の発明は、冷陰極と引出電極とを備え、引出電極によって冷陰極から電子を引き出してこれを放出させる電子放出素子の製造方法において、透明な絶縁性基板上に、不透明な導電性の冷陰極と、少なくとも背面露光に必要な透光性を有する導電膜とを形成し、基板全面にレジスト層を形成し、絶縁性基板の下面側から光を照射する背面露光を行い、レジスト層のうちの露光部を除去して非露光部を残し、基板全面に絶縁層を形成し、この絶縁層上に導電層を形成し、レジスト層の非露光部を、その上方に形成された各層とともに除去し、残った導電層を引出電極とするようにしたものである。

【0009】(4) 本願第4の発明は、冷陰極と引出電極とを備え、引出電極によって冷陰極から電子を引き出してこれを放出させる電子放出素子の製造方法において、互いに異なるエッチング特性を有し、かつ、それぞれの酸化物同士も互いに異なるエッチング特性を有するような第1の金属材料と第2の金属材料とであって、しかも、少なくとも第2の金属材料自身は不透明であり、第1の金属材料の酸化物は透明であるような2つの金属材料を用意し、透明な絶縁性基板上に第1の金属材料層を形成し、この第1の金属材料層上に第2の金属材料層を形成し、第2の金属材料層に対してエッチングを施して第2の金属材料からなる錐状電極を形成し、第1の金属材料層の露出領域の表面部分および錐状電極の表面部分を酸化することにより、第1の金属材料酸化膜および第2の金属材料酸化膜を形成し、第2の金属材料酸化膜をエッチング除去することにより第2の金属材料からなる冷陰極を形成し、基板全面にレジスト層を形成し、絶縁性基板の下面側から光を照射する背面露光を行い、レジスト層のうちの露光部を除去して非露光部を残し、基板全面に絶縁層を形成し、この絶縁層上に導電層を形成し、レジスト層の非露光部を、その上方に形成された各層とともに除去し、導電層を引出電極とするようにしたものである。

【0010】(5) 本願第5の発明は、上述の第1～第4の発明において、更に、冷陰極の表面に異なる材料からなる膜を形成する工程を付加したものである。

【0011】(6) 本願第6の発明は、上述の第1～第4の発明において、更に、絶縁層に対するエッチング工程を付加し、絶縁層の冷陰極対向面に空洞部を形成する

ようにしたものである。

#### 【0012】

【作 用】本願発明によれば、絶縁性基板および導電膜として、いずれも透明な材料が用いられ、この導電膜上に不透明な導電性の冷陰極が形成される。したがって、この冷陰極をマスクとして用いた背面露光を行うことができる。この背面露光により、不透明な冷陰極形成部にのみレジストを残すことができる。この後、基板全面に絶縁層および導電層が形成されるが、レジストを剥離することにより、冷陰極上に形成された絶縁層および導電層は除去される。このように背面露光を利用できるようにしたため、レジストに対するフォトリソグラフィ工程では、マスク合わせを行う必要がなくなり、製造プロセスが単純化される。

#### 【0013】

【実施例】以下、本発明を図示する実施例に基づいて説明する。まずはじめに、従来の一般的な真空マイクロ素子の構造について説明する。図1は、平板型のディスプレイを駆動するための真空マイクロ素子の一般的な構造を示す断面図である。ここでは、説明の便宜上、ディスプレイの1画素分を駆動する構造のみを示し、各部の実際の寸法比を無視して描いてある。ガラス基板1は、この素子を支持するために十分な厚みを有し、その上に配線層2が形成されている。この配線層2の上には、冷陰極3および絶縁層4が形成され、絶縁層4の上には引出電極5が形成されている。配線層2は、冷陰極3に電圧を供給するためのもので、ITO、ZnO:Alなどの透明導電膜や、Al、Au、W、Mo、Ti、Ta、Nb、Crなどの金属薄膜を、0.02~1.0μm程度の厚みに形成することによって構成されている。この上に形成された冷陰極3は、W、Ta、Moなどの高融点金属からなる円錐状の電極である。また、絶縁層4は、SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などを0.5~3.0μm程度の厚みに堆積させることにより得られた層であり、引出電極5は、Al、Au、W、Mo、Ti、Ta、Nbなどの金属薄膜を、0.02~1.0μm程度の厚みに形成したものである。引出電極5は、冷陰極3の先端部の高さとはほぼ同等の高さに位置する。以上の構造体が、本発明の適用対象となる電子放出素子である。

【0014】一方、この電子放出素子の上方には、電子受領素子ともいうべき構造体が配置される。この構造体を構成するガラス基板6の下面には、陽極7および蛍光体層8が形成されている。陽極7は、ITO、ZnO:Alなどの透明導電膜を0.3~1.0μm程度の厚みに形成したものであり、蛍光体層8は、ZnO:Zn等の蛍光体により厚み10μm程度の層を形成したものである。ガラス基板1の上面に形成された電子放出素子と、ガラス基板6の下面に形成された電子受領素子とは、図1に示すように、対向するように配置され、両者間の空隙は真空状態に保たれる。

【0015】このような構造をもった真空マイクロ素子は、真空管と同様の動作を行う。すなわち、冷陰極3をカソード、陽極7をアノード、引出電極5をグリッド、として各電極に所定の電圧をかければ、冷陰極3から電子を引き出し、これを陽極7へ放出させることができ、この電子の放出量を引出電極5に与える電圧によって制御することができる。蛍光体層8は、陽極7へ向かった電子の衝突を受けて発光する。この発光は、陽極7およびガラス基板6越しに図面上方から観測される。

【0016】さて、このような構造をもった真空マイクロ素子のうち、ガラス基板1上に形成された電子放出素子は、中心部に冷陰極3が配置され、その周囲を絶縁層4が取り囲み、更にこの絶縁層4の上部に引出電極5が形成されているという立体的な構造を有する。このような電子放出素子を生成する上での技術的な第1の問題点は、各層をパターニングするためのマスク合わせを、いかに精度良く行うかという点である。たとえば、冷陰極3と引出電極5との位置関係が少しでもずれると、引出電極5に対して冷陰極3は偏心して配置されることになり、正しい電子放出が行われなくなる。したがって、これらの位置合わせは、サブミクロン単位の精度で行う必要がある。第2の問題点は、先端部が鋭利な錐状の冷陰極3をいかにして形成するかという点である。比較的低い電界による電子の放出を可能にするためには、冷陰極3の先端を鋭くする必要があるが、そのような微細加工は非常に困難である。しかも、図1には、平板状ディスプレイの1画素分に相当する構造だけが示されているが、実際には、このような構造が縦横に多数配列され、それぞれの冷陰極3の加工精度をほぼ同じ精度にする必要がある。縦横に配列された複数の冷陰極3の加工精度にムラが生じると、ディスプレイ画面としてムラのあるものになってしまう。

【0017】本発明は、上述の2つの問題点のうち、第1の問題点を解決するための技術思想についてのものであるが、以下に述べる実施例では、この第1の問題点が解決されるとともに、第2の問題点も同時に解決されることになる。第2の問題点を解決するための技術思想については、本願と同時に提出した「発明の名称：電子放出用冷陰極の製造方法」なる特許出願（整理番号A05063）に開示されている。ただ、以下に述べる実施例では、この別出願に開示されている技術思想（以下、新規な冷陰極の製造方法と言う）をも利用しているため、ここではその原理を簡単に説明しておく。

【0018】はじめに、図2(a)に示すように、錐状電極9を形成する。この錐状電極9は、最終的に形成すべき冷陰極の粗形状をなすものであり、ほぼ錐形をしているが、先端部分は鋭利ではない。図の例では、錐状電極9は、いわゆる裁頭円錐形をしており、先端部分は直径Dの円形となっている。このように、先端部が平坦な錐形構造をもった錐状電極9は、比較的容易に形成でき

る。先端部の形状にはそれほど高い加工精度は要求されないからである。新規な冷陰極の製造方法では、このような粗形状をなす錐状電極9を形成した後、その表面を酸化させるのである。図2(b)は、こうして表面を酸化させた状態の断面図である。図にハッチングを施した部分に酸化膜9aが形成されており、酸化を受けなかった部分が内部電極9bとして残ることになる。本願発明者は、こうして形成される内部電極9bが、鋭利な先端部をもった錐状構造をなすことを見出したのである。すなわち、酸化を行った後、酸化膜9aのみを除去し、内部電極9bを残すようにすれば、この内部電極9bを冷陰極として用いることができるのである。こうして形成された冷陰極は、先端部が尖鋭化されており、電子の放出に適した形状となっている。この方法による先端部の尖鋭化は、従来のエッチング法による尖鋭化よりも微細なものである。

【0019】このような原理に基づいて冷陰極を製造すれば、電子放出に適した尖鋭な先端構造をもつ電子放出用冷陰極を容易に作成することができるようになる。同一基板上に多数の冷陰極を形成する場合であっても、この基板に対して一様に酸化を行うようにすれば、ほぼ均一な先端構造をもった冷陰極の形成が可能になる。ここで、形成される酸化膜9aの厚みは、酸化を行うプロセスの条件によって決定される。特に、錐状電極9aとして金属材料を用い、陽極酸化法(錐状電極9に正の電圧を印加しながら行う酸化方法)を用いた酸化プロセスを行えば、酸化膜9aの厚みは、化成電圧(錐状電極9に印加する電圧)によって制御することができる。一般に、ある層を酸化して酸化膜を形成すると、この酸化膜の厚みはもとの層の厚みよりも大きくなる。別言すれば、酸化により、層は厚み方向に膨らむことになる。すなわち、酸化は内方向と外方向との双方に向かって行われることになる。図2(b)において、もとの錐状電極9の形状が破線で示されているが、この破線で示した輪郭よりも外側の部分が外方向に向かって酸化した部分であり、内側の部分が内方向に向かって酸化した部分である。内部電極9bの先端部の尖鋭化に関与するのは、内方向に向かう酸化である。そこで、ここでは、内方向に向かう酸化により形成された酸化膜9aの厚み部分を、内方向酸化膜厚dと呼ぶことにする(図2(b)参照)。この内方向酸化膜厚dの値がある一定のレベルを越えると、内部電極9bの先端部が尖鋭化されることになる。一般的な基準としては、内方向酸化膜厚 $d = (\text{錐状電極先端部直径}D) / 2$ 程度となるような条件で酸化を行えば、十分に尖鋭化された内部電極9bを得ることができる。

【0020】さて、それでは、上述した新規な冷陰極の製造方法を採り入れた本発明の最適な実施例のプロセスを、断面図を参照しながら詳述する。なお、以下の断面図においては、図示の便宜上、各部の寸法比を無視して

描いてある。

【0021】<基本的な実施例>まず、図3に示すように、透明な絶縁性基板として、ガラス基板11を用意し、この上に、透明な導電膜としてITO層12を成膜する。このように基板と導電膜とがいずれも透明である点が本発明の重要な特徴となる。続いて、その上に、第1の金属材料層としてタンタル層13を、第2の金属材料層としてアルミニウム層14を、それぞれ成膜する(各層の厚みに関しては後述する)。各層の成膜には、たとえばスパッタ法や、真空蒸着法を用いればよい。第1の金属材料と第2の金属材料は、このようにタンタルとアルミニウムに限るものではなく、次のような条件を満足する金属であれば、どのような組み合わせのものを用いてもよい。まず、2つの材料同士が互いに異なるエッチング特性を有し、かつ、それぞれの酸化物同士も互いに異なるエッチング特性を有する必要がある。しかも、少なくとも第2の金属材料自身は不透明であり、第1の金属材料の酸化物は透明である必要がある。第1の金属材料としてのタンタルと、第2の金属材料としてのアルミニウムと、の組み合わせは、このような条件を満足している。すなわち、タンタルとアルミニウムとは互いに異なるエッチング特性を有しており、酸化タンタルと酸化アルミニウムとはやはり互いに異なるエッチング特性を有している。しかも、アルミニウムはそれ自身不透明であり、酸化タンタルは透明である。

【0022】続いて、アルミニウム層14上にフォトリソ resist を塗布して特定形状にパターニングを行い、図4に示すようなレジスト層15を形成する。この実施例は、円錐形の冷陰極を形成させる例であるため、レジスト層15は平面的には円形パターンであるが、角錐形の冷陰極を形成させるのであれば、それに応じて多角形パターンとすればよい。次に、このレジスト層15をマスクとして用い、アルミニウム層14に対するエッチングを行う。この実施例では、アルミニウム用エッチング溶液(菱江化学株式会社製 MR-AL E)を約40℃まで加熱維持し、この溶液中に基板全体を約4.5分間浸漬させることにより、エッチングを行った。なお、タンタルは異なるエッチング特性を有するため、アルミニウム用エッチング溶液ではエッチングされない。この結果、図5に示すように、アルミニウム層14の一部分が錐状電極16として残ることになる。この錐状電極16は、いわゆる裁頭円錐形をしており、製造すべき冷陰極の粗形状をなすものである。続いて、十分な水洗を行った後に乾燥させ、レジスト層15を除去する。

【0023】続いて、前述した新規な冷陰極の製造方法の特徴となる酸化工程を行う。この実施例では、酸化膜厚の制御を容易に行うことができる陽極酸化法を用いて酸化を行っている。すなわち、電解質溶液として、5%(重量%)のホウ酸アンモニウム水溶液を用意し、攪拌したこの電解質溶液中に、十分に乾燥させた基板全体を



浸漬させる。一方、対極としてプラチナ板を同様に浸漬させ、この対極と錐状電極16との間に、錐状電極16側が陽極となるように電圧を印加して、室温において0.5mA/cm<sup>2</sup>という定電流密度で酸化を行った。印加電圧を0Vから所定の化成電圧まで上昇させてゆき、後述する所定の膜厚の酸化膜が得られるまで酸化を行った。なお、この陽極酸化に用いる電解質溶液は、上述したホウ酸アンモニウム水溶液に限られるものではなく、この他にも種々の電解質溶液を用いることができる。たとえば、電解質溶液に用いる溶媒としては、水の他、種々の有機溶媒（エチレングリコール、メタノール、グリセリン、プロピオン酸など）を用いることができるし、溶質としては、クエン酸、アジピン酸、ホウ酸、乳酸、アクリル酸などの中性有機酸や、ホウ砂、クエン酸アンモニウム、酒石酸アンモニウム、リン酸二水素アンモニウム、リン酸ナトリウム、リン酸カリウム、硫酸ナトリウム、硫酸カリウム、炭酸ナトリウム、炭酸カリウムなどの中性、弱酸性、あるいは弱アルカリ性の塩を用いることができる。また、対極としては、プラチナの代わりに、アルミニウム、ステンレス、炭素などを

用いることも可能である。

【0024】図6は、上述した酸化工程が完了したときの状態を示す断面図である。錐状電極16の表面は酸化により酸化膜16a (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) が形成されており、酸化を受けなかった部分が内部電極16bとして残ることになる。なお、上述した酸化工程では、錐状電極16とともにタンタル層13の露出領域も酸化を受けることになる。このため、タンタル層13の露出領域は酸化膜13a (Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) となり、非露出領域がタンタル層13bとして残ることになる。タンタル層13を形成しておくのは、上述した陽極酸化の工程により、ITO層12が損傷を受けるのを保護するためである。ここで注目すべき点は、タンタル層13の露出領域については、すべての厚み部分が酸化されている点である。別言すれば、タンタル層13の露出領域は、表面だけではなく、深部に至るまで酸化が行われており、すべてが酸化膜13aに変わっている。これは、タンタルの酸化物 (Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) が透光性を有するという性質に着目し、後の工程において、本発明の特徴となる背面露光を可能にするための配慮である。すなわち、タンタル自体は透光性を有しないため、後に背面露光を行うためには、タンタル層13の露出領域については、すべての厚みにわたって酸化させ、透光性を有する酸化膜13aに変えておく必要があるのである。

【0025】酸化工程終了後、基板全体を十分に水洗し、乾燥させ、アルミニウムの酸化膜16aの剥離を行う。この実施例では、剥離溶液として、5%リン酸+2%クロム酸水溶液を用意し、この水溶液を約85℃まで加熱維持し、基板全体を約15分間浸漬させることにより剥離を行った。この結果、図7に示すように、アルミ

ニウムの酸化膜16aだけが剥離除去され、露出した内部電極16bは冷陰極17を形成する。この剥離工程では、タンタルの酸化膜13aは全く影響を受けない。

【0026】続いて、本発明の特徴となるレジストに対する背面露光工程を行う。まず、図8に示すように、レジスト層18を形成する。このレジスト層18は、少なくとも冷陰極17が完全に覆われる程度の厚みが必要である。レジスト塗布後、プリベークを行い、ここで本発明の特徴となる背面露光を行う。すなわち、図の下方から光を照射してレジスト層18を感光させるのである。前述したように、ガラス基板11およびITO層12は透明であり、また、タンタルの酸化膜13aも透光性を有する。したがって、基板裏面側からの背面露光を行うと、タンタル層13bおよびアルミニウムの冷陰極17をマスクとした露光を行うことができ、現像を行うことにより、図9に示すように、冷陰極17の形成領域にのみレジスト層18aを残すことができる。このような背面露光は、特別なマスク板を必要としないため、マスク合わせの作業は不要になる。しかも、いわゆるセルフアライメントが行われるため、位置合わせ誤差は全く生じない。

【0027】続いて、図10に示すように、基板全面に絶縁層19を形成する。この絶縁層19としては、たとえば、SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ショットガラスなどをスパッタ法あるいは真空蒸着法を用いて成膜すればよい。更にその上に、図11に示すように、ゲート電極層20を形成する。このゲート電極層20としては、たとえば、Al、Au、W、Mo、Ti、Ta、Nbなどの金属材料をスパッタ法あるいは真空蒸着法を用いて成膜すればよい。最後に、レジスト層18aの剥離（いわゆるリフトオフ）を行い、十分な水洗と乾燥を行えば、図12に示す構造を得る。この構造は図1の下部に示した電子放出素子の構造と等価である。レジスト層18aの剥離には、たとえば、アセトンなどの剥離液を用いればよい。もちろん、剥離液としては、他の構造部分に影響を与えずにレジスト層18aの剥離を行うことのできるものであれば、どのようなものを用いてもかまわない。

【0028】続いて、上述した工程における各層の厚みおよび陽極酸化の条件に関して検討を行う。まず、図3におけるITO層12、タンタル層13、アルミニウム層14の厚みについて考えてみる。ITO層12は、冷陰極に対する配線層として機能する導電膜であるため、配線層として適当な厚みであれば、特に制約はない。この実施例では、0.1~0.5μm程度の厚みでITO層12を形成した。これに対して、タンタル層13およびアルミニウム層14は、形成する冷陰極17の大きさおよび陽極酸化の条件を考慮して最適な厚みを決定するのが好ましい。まず、アルミニウム層14の厚みは、形成する冷陰極17の直径の半分程度の厚みにするのが好ましい。たとえば、直径5μmの円錐状の冷陰極17を

形成するのであれば（レジスト層15の直径が $5\mu\text{m}$ ）、アルミニウム層14の厚みは $2.5\mu\text{m}$ 程度にするのが好ましい。このような厚みにしておけば、図5に示すようなエッチングにより、先端がある程度尖った錐状電極16を形成することができる。

【0029】一方、タンタル層13の厚みは、陽極酸化の条件に基づいて決定する必要がある。なぜなら、前述したように、陽極酸化が完了した時点において、タンタル層13の露出領域はすべての厚み部分について酸化が行われている必要がある（その理由は、後に背面露光を行えるように、すべての厚み部分を透光性をもった酸化膜に変えておく必要があるためである）。ところで、陽極酸化の条件は、図2(b)に示す内方向酸化膜厚 $d$ に基づいて決定すべきであり、この内方向酸化膜厚 $d$ の値は、図2(a)に示す錐状電極9の裁頭部の直径 $D$ を考慮して決定すべきである（前述のように、 $d=D/2$ 程度であれば、先端部が十分に鋭利な内部電極9bが得られる）。

【0030】いま、より具体的に、直径 $5\mu\text{m}$ の円錐状の冷陰極17を形成する場合を例にとり、陽極酸化の最適条件およびタンタル層13の厚みの最適値を決定してみる。図5において、直径 $5\mu\text{m}$ の円形パターンをもったレジスト層15を用いてエッチングを行った場合、得られる錐状電極16の裁頭部の直径 $D$ は $0.24\mu\text{m}$ 程度であることが、実験により確認できている。したがって、図2(b)に示す内方向酸化膜厚 $d$ の値はほぼ $0.12\mu\text{m}$ 程度とするのが好ましい。ここで、陽極酸化を行う上での化成電圧（酸化時に印加する電圧）と形成される酸化膜の膜厚との関係を探ってみると、図13に示す表のような関係が得られる。この表における化成電圧は、酸化工程時に錐状電極に印加する電圧値を示しており、陽極酸化膜厚は、各化成電圧を印加したときに得られる酸化膜の厚みをアルミニウム酸化膜とタンタル酸化膜とのそれぞれについて示しており、内方向酸化膜厚 $d$ は、酸化によって得られるアルミニウム酸化膜の内方向酸化膜厚を示している。

【0031】上述したように、直径 $5\mu\text{m}$ の円形パターンを用いた場合、内方向酸化膜厚 $d$ の値は $0.12\mu\text{m}$ 程度とするのが好ましい。したがって、この表によれば、化成電圧 $150\text{V}$ という条件で陽極酸化を行えばよいことがわかる。こうして、陽極酸化の最適条件が決定できる。一方、この化成電圧 $150\text{V}$ という陽極酸化条件では、タンタル層の酸化膜厚は、図13の表によると約 $0.25\mu\text{m}$ となっている。タンタルの場合、 $0.25\mu\text{m}$ の厚みの酸化膜を形成したとき、この $0.25\mu\text{m}$ のうちの $0.1\mu\text{m}$ が内方向酸化膜厚となる。したがって、もとのタンタル層13の厚みは $0.1\mu\text{m}$ とするのが好ましいことがわかる。

【0032】＜変形例1＞続いて、本発明のいくつかの変形例を述べておく。図14に示す変形例は、上述の方

法で生成した冷陰極の表面に対して、更に別な金属による表皮膜21をスパッタ法や真空蒸着法によって成膜したものである。たとえば、アルミニウムの冷陰極を形成した場合、一般にアルミニウムは融点が比較的低く、酸化しやすいという性質を有するため、電子放出用の冷陰極としては必ずしも適当な材料ではない。そこで、このアルミニウムの冷陰極の表面に、タンタルなどの金属膜を成膜して表皮膜21として用いるようにすれば、電子放出により適した冷陰極が生成できる。この表皮膜21の厚みを $0.05\mu\text{m}$ 程度に抑えれば、冷陰極の先端部の尖鋭度に影響を与えることはない。表皮膜21の材質としては、タンタル(Ta)の他、W, Mo, Ti, Nb, Hf, Cr, Pt, Auなどの金属、TiN, FeNなどの窒化物、WC, NbC, HfCなどの炭化物、などを用いることができる。

【0033】＜変形例2＞図15に示す変形例は、絶縁層19に対するエッチング工程を付加し、絶縁層19の冷陰極17の対向面に空洞部19zを形成するようにしたものである。たとえば、絶縁層19として $\text{SiO}_2$ を用いていた場合、BHF溶液（ $28\text{ml}$ の $\text{HF}+170\text{ml}$ の $\text{H}_2\text{O}+113\text{g}$ の $\text{NH}_4\text{F}$ ）に1分間浸漬させれば、絶縁層19の側部が $0.1\mu\text{m}$ 程度エッチングにより除去され、空洞部19zが形成されることになる。このように、冷陰極17を取り囲む部分に空洞部19zを形成しておく、冷陰極17とゲート電極層20との間の絶縁性を更に向上させるメリットが得られる。

【0034】＜変形例3＞この変形例3は、前述した基本的な実施例において、ITO層12を不要とする例である。まず、図16に示すように、透明なガラス基板11を用意し、この上に、第1の金属材料層としてタンタル層13を、第2の金属材料層としてアルミニウム層14をそれぞれ成膜する。この構造は、図3に示す基本的な実施例の構造において、ITO層12を省略したものである。このように、変形例3では、ITO層12が不要になる点に特徴がある。その理由については後述する。また、タンタル層13の厚みも、基本的な実施例とは若干異なる。すなわち、基本的な実施例では、タンタル層13の厚みを $0.1\mu\text{m}$ としたが、この変形例3では、これを $0.12\sim 0.125\mu\text{m}$ 程度とし、若干厚めに設定してある。この理由についても後述する。

【0035】続いて、アルミニウム層14上にフォトリソを塗布して特定形状にパターンニングを行い、図17に示すようなレジスト層15を形成し、このレジスト層15をマスクとして用い、アルミニウム層14に対するエッチングを行い、図18に示すように、錐状電極16をもった構造を得る。この工程は、前述の基本的な実施例の工程と全く同様である。この後、レジスト層15を除去して陽極酸化を行う点も、前述の基本的な実施例と同様である。陽極酸化の条件は、やはり化成電圧 $150\text{V}$ に設定して行った。ただ、基本的な実施例と異なる



点は、上述したように、タンタル層13の厚みがやや厚く設定されている点である。このため、同じ条件で陽極酸化を行ったとしても、この変形例3では、タンタル層13は全厚に関して完全な酸化は行われず、基板側の一部分が酸化を受けなかった層として残ることになる。図19は、この陽極酸化終了後の状態を示している。内部電極16bで覆われている非露出部分にタンタル層13bが残る点は、基本的な実施例と同様であるが、それ以外の露出した部分については、表面側は酸化を受けて酸化膜13aが形成されるが、基板側は酸化を受けずに残存タンタル層13cとして残ることになる。この実施例では、厚み0.025 $\mu$ m程度の残存タンタル層13cが残った。

【0036】次に、基本的な実施例と同様に、図19に示すアルミニウムの酸化膜16aを剥離除去して、図20に示すように、冷陰極17を露出させる。そして、図21に示すように、全面にレジスト層18を形成し、背面露光によって、このレジスト層18の一部を感光させる。ただ、この背面露光の条件は、基本的な実施例とは若干異なる。基本的な実施例では、図8に示すような構造において背面露光が行われており、この構造では、ITO層12および酸化膜13aがいずれも透明であるため、レジスト層18のうち、タンタル層13bおよび冷陰極17によって影になる部分が非露光部、それ以外の部分が露光部となった。ところが、この変形例3では、図21に示すような構造において背面露光が行われており、本来露光されるべき部分（レジスト層18のうち、タンタル層13bおよび冷陰極17によって影になる部分以外の部分）に照射される光が、残存タンタル層13cによって遮光されることになる。残存タンタル層13cは、タンタルの金属層であるため酸化層のような透光性は有しない。ただ、前述のように、厚みが0.025 $\mu$ m程度の非常に薄い膜であるため、完全な遮光性をもっているわけでもない。したがって、本来露光されるべき部分には、基本的な実施例と比べれば弱いものの、この背面露光によって光が照射されることになる。そこで、この変形例3では、背面露光の時間を長めにとることにより、レジスト層18が十分に感光するようにした。具体的には、基本的な実施例における背面露光が数秒であったのに対し、この変形例3における背面露光では、3分間ほどの時間をとることにより、十分な露光を行うことができた。

【0037】こうして、レジスト層18に対する背面露光が完了したら、これを現像することにより、図22に示す構造を得ることができる。この図22の構造は基本的な実施例における図9に示す構造と等価である。すなわち、図9に示す構造におけるITO層12の役割を、残存タンタル層13cが果たしていることになる。そもそも、基本的な実施例においてITO層12を形成したのは、冷陰極17に対する配線層として機能させるため

である。ところが、この変形例3においては、残存タンタル層13cに冷陰極17に対する配線層としての機能を果たさせることができるため、ITO層12を設ける必要はなくなるのである。なお、図22の構造が得られた後は、基本的な実施例と同様に、絶縁層19およびゲート電極層20が形成される。

【0038】要するに、この変形例3の特徴は、タンタル層13の基板側の一部を酸化せずに残存タンタル層13cとして残し、この残存タンタル層13cを基本的な実施例におけるITO層12の代わりとして用いる点にある。このとき、残存タンタル層13cの厚みの設定が重要である。残存タンタル層13cがあまり厚くなりすぎると、光の透過率が低下してくるため、背面露光の工程においてレジスト層18を十分に感光させることができなくなるために問題である。逆に、残存タンタル層13cがあまり薄くなりすぎると、導電層としての抵抗率が高くなっていくため、冷陰極17に対する配線層としての機能に問題が生じる。そこで、0.12 $\mu$ mの厚みのタンタル層を表面側から陽極酸化する場合に、陽極酸化時の化成電圧（これは、残存タンタル層の厚みを左右する条件となる）と、残存タンタル層の透過率との関係を実験により調べてみた。図23は、この実験結果を示すグラフである。横軸に化成電圧、縦軸に透過率をとり、それぞれの関係が示されている。化成電圧が高くなるほど、透過率は増加することがわかる。これは、化成電圧が高いほど、陽極酸化が進行し、残存タンタル層の厚みが小さくなるためである。本変形例における陽極酸化時の化成電圧は150Vであり、この条件による酸化では、配線層として十分に機能し得る厚みの残存タンタル層13cが得られるとともに、この厚みの残存タンタル層13cにおいて、背面露光により十分に感光させることができる透過率が得られている。

【0039】＜変形例4＞前述した変形例1では、最後の工程において、冷陰極17の表面に別な金属膜を表皮膜21として形成した。ここで述べる変形例4は、この表皮膜21の形成を最後の工程で行うのではなく、上述した変形例3の工程中において形成するものである。したがって、図20に示す構造が得られる段階までは、上述した変形例3と全く同じ工程を行う。そして、図20に示す構造が得られたら、図24に示すように、基板上全面にネガ型レジスト層22を形成する。レジスト層を形成するという点では、上述した変形例3の次工程と全く同じであるが、変形例3では図21に示すように、ポジ型のレジスト層18が形成されたのに対し、この変形例4の次工程では、図24に示すように、ネガ型レジスト層22を形成する。より具体的には、ネガ型レジストとして、東京応化株式会社製：OMR-8510cpを用い、スピナーによって、500rpmの回転数で5秒間塗布した後、2000rpmの回転数で40秒間塗布することにより、厚み0.2 $\mu$ mほどのネガ型レジ

ト層22を形成した。

【0040】続いて、図24に示す状態で、基板裏面側から、第1回目の背面露光を行い、ネガ型レジスト層22を部分的に露光させる。変形例3において述べたように、残存タンタル層13cは、厚みが0.025 $\mu$ m程度の非常に薄い膜であるため、いくらか透光性をもっており、タンタル層13bの部分は影になって非露光部となるが、残存タンタル層13cの部分は一部の光が通過して露光部となる。具体的には、10~20分間程度の露光時間をとることにより、ネガ型レジスト層22を十分に感光させることができた。次に、このネガ型レジスト層22を現像すると、ネガ型であるため、露光部分は残り、非露光部分が除去されることになる。図25は、現像後の状態を示しており、露光部分であるレジスト層22aだけが残っている。

【0041】次に、この図25に示す状態において、基板上全面にタンタルやタングステンなどの金属（表皮膜を形成する金属）をスパッタ法により堆積させ、厚み0.01~0.05 $\mu$ m程度の表皮膜23を形成する。そして、レジスト層22aをリフトオフにより剥離すれば、図27に示すように、冷陰極17の表面上に形成された表皮膜23だけが残ることになる。この後は、図28に示すように、全面にポジ型のレジスト層18を形成し、第2回目の背面露光によって、このレジスト層18の一部を感光させる。具体的には3分間ほどの時間で、十分な露光を行うことができた。

【0042】こうして、レジスト層18に対する背面露光が完了したら、これを現像することにより、図29に示す構造を得ることができる。この図29の構造は変形例3における図22に示す構造において、更に、冷陰極17の表面に表皮層23を形成したものである。この後は、基本的な実施例と同様に、絶縁層19およびゲート電極層20が形成される。

【0043】変形例1では、最後の工程において、冷陰極17の表面に別な金属膜を表皮膜21として形成したが、この場合、この表皮膜21の形成工程において、冷陰極17とゲート電極層20とが短絡するおそれがある。ここで述べた変形例4による方法では、このような問題は生じない。なお、この変形例4は、上述した変形例3の工程途中に表皮膜を形成する工程を組み込んだものであるが、基本的な実施例の工程途中に表皮膜を形成する工程を組み込むことも可能である。この場合は、ITO層12を予め形成しておき、陽極酸化の工程において、残存タンタル層13cを残さずにすべて酸化してしまえばよい。

【0044】＜変形例5＞この変形例5は、表皮膜21を変形例3の工程途中で形成する別な方法である。まず、図22に示す構造が得られる段階までは、前述した変形例3と全く同じ工程を行う。そして、図22に示す構造が得られたら、図30に示すように、基板上全面に

ネガ型レジスト層22を形成する。より具体的には、ネガ型レジストとして、東京応化株式会社製：OMR-8535cpを用い、スピナーによって、500rpmの回転数で5秒間塗布した後、2000rpmの回転数で40秒間塗布することにより、厚み0.6 $\mu$ mほどのネガ型レジスト層22を形成した。そしてこの状態で、第2回目の背面露光を行い、現像すると、ネガ型レジスト層22の非露光部が除去され、露光部のみがレジスト層22aとして残る。なお、このネガ型レジストに対する現像により、ポジ型のレジスト層18aも一緒に除去されてしまう。したがって、現像後は図31に示す構造が得られる。

【0045】次に、この図31に示す状態において、基板上全面にタンタルやタングステンなどの金属（表皮膜を形成する金属）をスパッタ法により堆積させ、図32に示すように、厚み0.01~0.05 $\mu$ m程度の表皮膜23を形成する。そして、レジスト層22aをリフトオフにより剥離すれば、上述の変形例4の方法と同様に、図27に示す構造が得られる。すなわち、冷陰極17の表面上に形成された表皮膜23だけが残ることになる。この後は、図28に示すように、全面にポジ型のレジスト層18を形成し、第3回目の背面露光によって、このレジスト層18の一部を感光させる。こうして、レジスト層18に対する背面露光が完了したら、これを現像することにより、図29に示す構造を得ることができ、更に、絶縁層19およびゲート電極層20を形成する。

【0046】この変形例5も、上述した変形例3の工程途中に表皮膜を形成する工程を組み込んだものであるが、基本的な実施例の工程途中にこの変形例5による表皮膜を形成する工程を組み込むことも可能である。この場合は、ITO層12を予め形成しておき、陽極酸化の工程において、残存タンタル層13cを残さずにすべて酸化してしまえばよい。

【0047】

【発明の効果】以上のとおり本発明によれば、背面露光を利用して電子放出素子を製造できるようにしたため、できるだけマスク合わせの工程を省き、電子放出素子を容易に製造することができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の一般的な縦型真空マイクロ素子の構造を示す断面図である。

【図2】本発明に関連した電子放出用冷陰極の新規な製造方法の基本原理を示す図である。

【図3】本発明の実施例において、基板上に3層構造を形成した状態を示す断面図である。

【図4】図3に示す状態において、円形パターンをもったレジスト層15を形成した状態を示す断面図である。

【図5】図4に示す状態において、レジスト層15をマスクとしたエッチングを行い、錐状電極16を形成した

状態を示す断面図である。

【図6】図5に示す錐状電極16に対して、陽極酸化を行った状態を示す断面図である。

【図7】図6に示す酸化膜16aを除去した状態を示す断面図である。

【図8】図7に示す状態において、レジスト層18を形成した状態を示す断面図である。

【図9】図8に示す状態において、背面露光を行いレジスト層のパターニングを行った状態を示す断面図である。

【図10】図9に示す状態において、更に絶縁層19の形成を行った状態を示す断面図である。

【図11】図10に示す状態において、更にゲート電極層20の形成を行った状態を示す断面図である。

【図12】図11に示す状態において、レジスト層18aの剥離を行った状態を示す断面図である。

【図13】陽極酸化の種々の条件（化成電圧と酸化膜厚との関係）を示す表である。

【図14】図12に示す状態において、冷陰極17の表面に更に表皮膜21を形成した変形例1の構造を示す断面図である。

【図15】図12に示す状態において、更に絶縁層19に対するエッチングを行い、空洞部19zを形成した変形例2の構造を示す断面図である。

【図16】本発明の変形例3において、基板上に2層構造を形成した状態を示す断面図である。

【図17】図16に示す状態において、円形パターンをもったレジスト層15を形成した状態を示す断面図である。

【図18】図17に示す状態において、レジスト層15をマスクとしたエッチングを行い、錐状電極16を形成した状態を示す断面図である。

【図19】図18に示す錐状電極16およびタンタル層13の表面部分に対して、陽極酸化を行った状態を示す断面図である。

【図20】図19に示す酸化膜16aを除去した状態を示す断面図である。

【図21】図20に示す状態において、レジスト層18を形成した状態を示す断面図である。

【図22】図21に示す状態において、背面露光を行いレジスト層のパターニングを行った状態を示す断面図である。

【図23】タンタル層に対する陽極酸化時の化成電圧と、酸化されずに残った残存タンタル層の透過率との関係を示すグラフである。

【図24】本発明の変形例4において、図20に示す状態にネガ型レジスト層22を形成した状態を示す断面図である。

【図25】図24に示す状態において、背面露光を行い

レジスト層のパターニングを行った状態を示す断面図である。

【図26】図25に示す状態において、表皮層23を形成した状態を示す断面図である。

【図27】図26に示す状態において、レジスト層22aを剥離除去した状態を示す断面図である。

【図28】図27に示す状態において、レジスト層18を形成した状態を示す断面図である。

【図29】図28に示す状態において、背面露光を行いレジスト層のパターニングを行った状態を示す断面図である。

【図30】本発明の変形例5において、図22に示す状態にネガ型レジスト層22を形成した状態を示す断面図である。

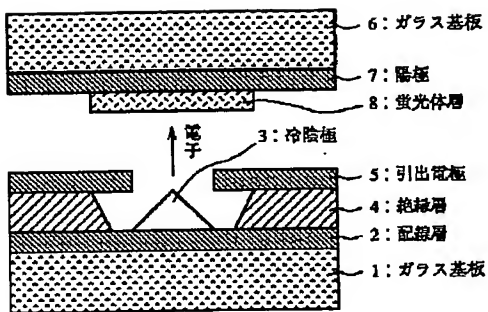
【図31】図30に示す状態において、背面露光を行いレジスト層のパターニングを行った状態を示す断面図である。

【図32】図31に示す状態において、表皮層23を形成した状態を示す断面図である。

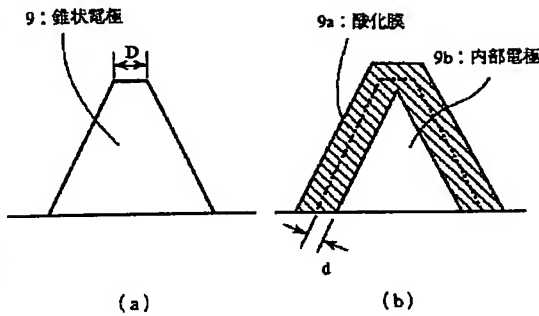
【符号の説明】

- 1…ガラス基板
- 2…配線層
- 3…冷陰極
- 4…絶縁層
- 5…引出電極
- 6…ガラス基板
- 7…陽極
- 8…蛍光体層
- 9…錐状電極
- 9a…酸化膜
- 9b…内部電極
- 11…ガラス基板
- 12…ITO層
- 13…タンタル層
- 13a…タンタルの酸化膜
- 13b…タンタル層
- 14…アルミニウム層
- 15…レジスト層
- 16…錐状電極
- 16a…アルミニウムの酸化膜
- 16b…内部電極
- 17…冷陰極
- 18, 18a…レジスト層
- 19…絶縁層
- 19z…空洞部
- 20…ゲート電極層
- 21…表皮膜
- 22, 22a…ネガ型レジスト層
- 23…表皮膜

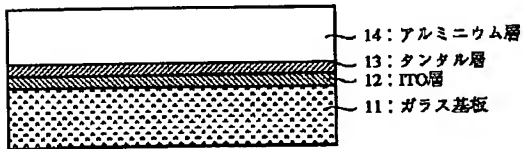
【図1】



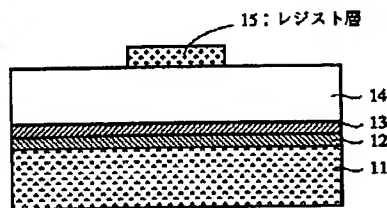
【図2】



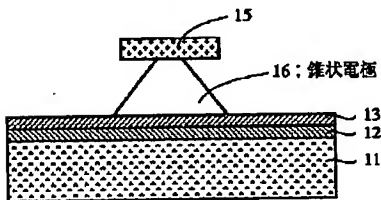
【図3】



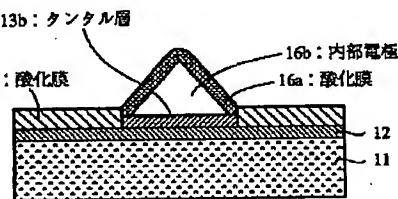
【図4】



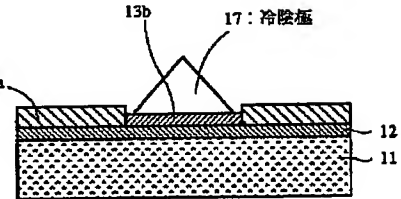
【図5】



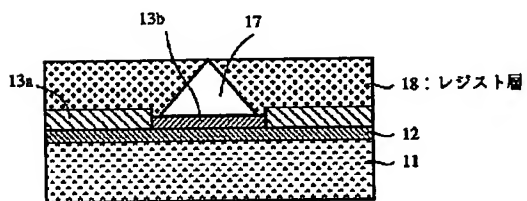
【図6】



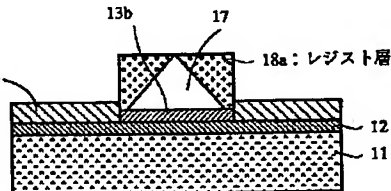
【図7】



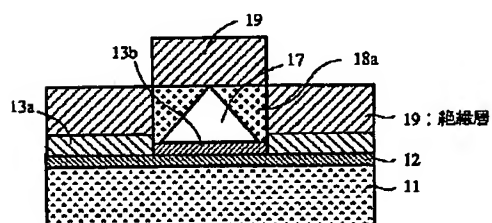
【図8】



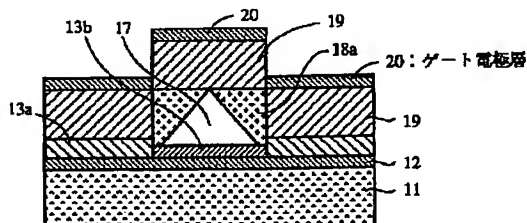
【図9】



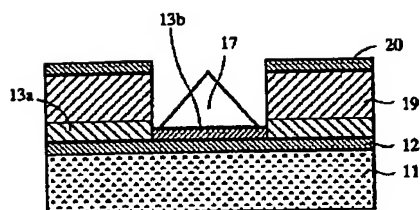
【図10】



【図11】



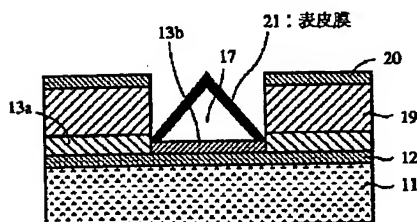
【図12】



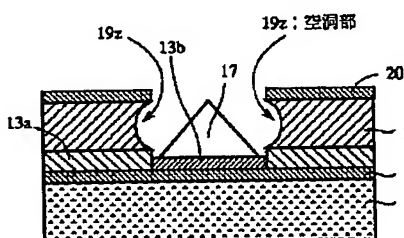
【図13】

化成電圧 (V)	陽極酸化膜厚(nm)		Alの内方向 酸化膜厚d(nm)
	Al	Ta	
125	161.2	202.5	100
150	193.5	243	120
175	225.7	283.5	140
200	258.0	324	160
225	290.2	364.5	180

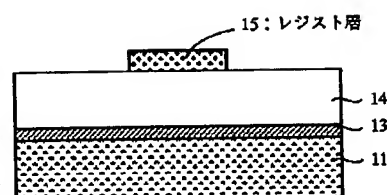
【図14】



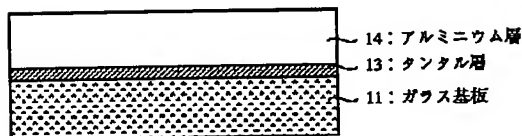
【図15】



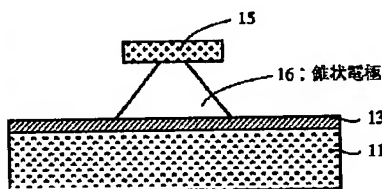
【図17】



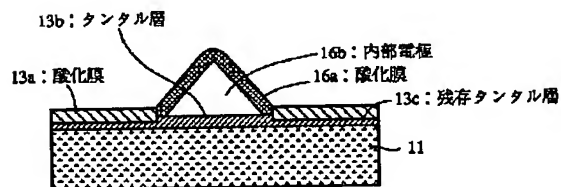
【図16】



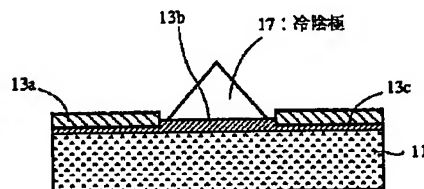
【図18】



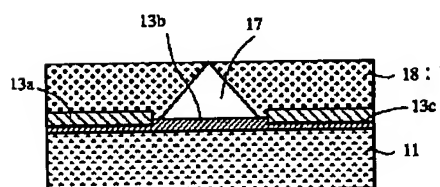
【図19】



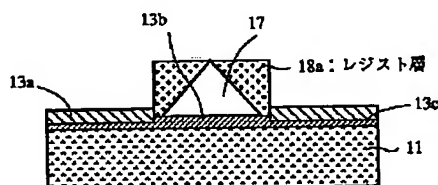
【図20】



【図21】



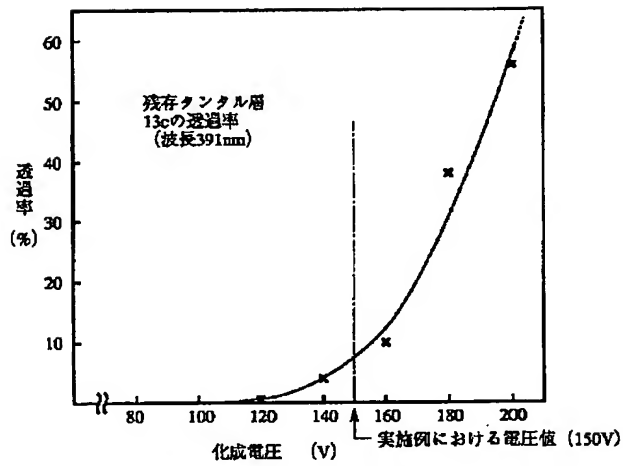
【図22】



(13)

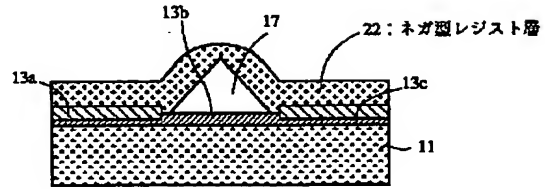
特開平7-94084

【図23】

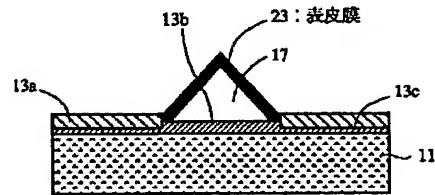


陽極酸化時の化成電圧と透過率との関係

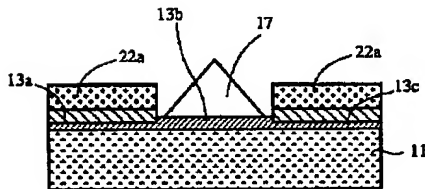
【図24】



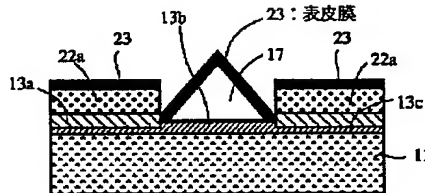
【図27】



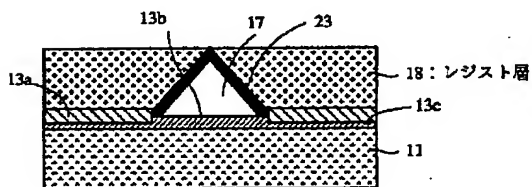
【図25】



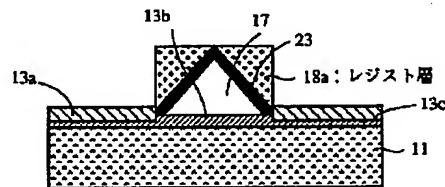
【図26】



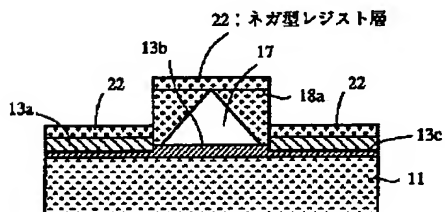
【図28】



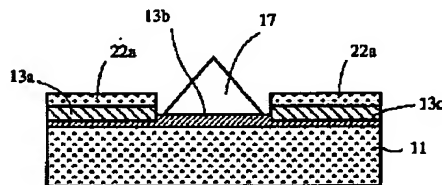
【図29】



【図30】



【図31】





(14)

特開平7-94084

【図32】

